

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-358291
(43)Date of publication of application : 11.12.1992

(51)Int.Cl.

G06F 15/72

G06F 15/60

G06F 15/62

(21)Application number : 03-132595

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 04.06.1991

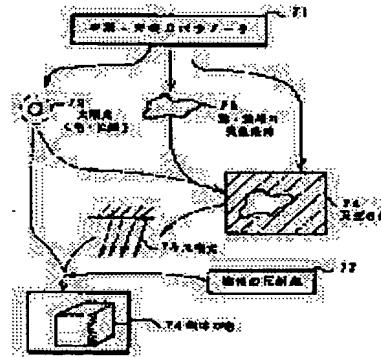
(72)Inventor : TAKIZAWA YURI
MIYAOKA SHINICHIRO
KATO MAKOTO

(54) COLOR IMAGE CHANGING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To simulate the weather and time changes on the same scene after producing the related change between the sky and object areas of a natural picture.

CONSTITUTION: A natural picture is divided into a sky area 74 and an object area 76. The light of the object is decided with use of a reflection model of the object and based on the sunbeam 72, the sky color 75, and the reflectivity 77 of the object. The light 75 is decided by the mean picture element value of the sky color 74. The color 74 is decided from the sunbeam 72 and the weather conditions including the clouds, the fog, etc. Then the sunbeam 72, the conditions 73, and the color 74 are decided with designation of a weather parameter 71. Therefore the total simulation of the natural picture is attained in regard of the weather and time changes with change of the parameter 71.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-358291

(43) 公開日 平成4年(1992)12月11日

(51) Int.Cl.⁵ 識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所
G 0 6 F 15/72 3 1 0 9192-5L
15/60 4 5 0 7922-5L
15/62 3 1 0 A 8125-5L

審査請求 未請求 請求項の数36(全 16 頁)

(21) 出願番号	特願平3-132595	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22) 出願日	平成3年(1991)6月4日	(72) 発明者	瀧澤 由里 神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内
		(72) 発明者	宮岡 伸一郎 神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内
		(72) 発明者	加藤 誠 神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内
		(74) 代理人	弁理士 小川 勝男

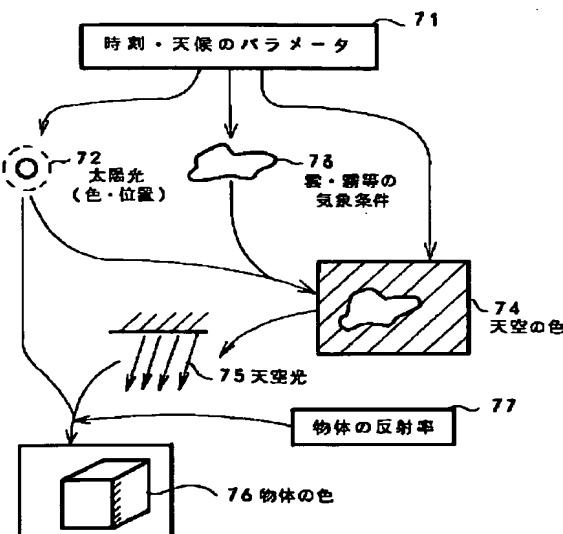
(54) 【発明の名称】 色彩画像変更方法

(57) 【要約】

【目的】 自然画の空の領域と物体の領域を、相互に関連させて変更し、同一場面における天候、時刻の変化をシミュレーションする。

【構成】 自然画を空の領域74とそれ以外の物体の領域76に分離する。物体の色は、太陽光72と天空光75と物体の反射率77により、物体の反射モデルを用いて生成される。天空光75は、天空の色74の画素値の平均等により決める。天空の色74は、太陽光72と雲、霧等の気象条件73から決めることができる。太陽光72、雲等の気象条件73、天空の色74は、時刻、天候のパラメータ71指定により決めることができるから、このパラメータを変更することによって自然画全体に対して、時刻、天候変更のシミュレーションを行う。

図 7



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】自然画の色彩変更処理において、光源、時、天候等に関する共通のパラメータを与えることにより、変更対象である自然画の空領域を変更する処理と、遠景、物体、物体の影、地面等の上記空領域以外の領域を変更する処理との少なくともいずれか一方を行い、対象自然画の色を変更することを特徴とする色彩画像変更方法。

【請求項2】上記空領域を変更する処理は、画像中の主光源の色を表すパラメータと、上記主光源の位置を表すパラメータと、時刻、季節などの時を表すパラメータと、雲の量などの天候を表すパラメータのうち少なくとも一つを変更する処理、あるいは、別の画像の空領域を与えることにより空領域を生成する処理の少なくともいずれか一方からなる請求項1項の色彩画像処理方法。

【請求項3】上記空領域以外の領域を変更する処理は、画像中の主光源の色を表すパラメータと、主光源位置を表すパラメータと、面光源の色を表すパラメータのうち少なくともいずれかを変更する処理を含む請求項1項の色彩画像処理方法。

【請求項4】上記空領域以外の領域を変更する処理は、面光源の色を、空領域の色から求める処理を含む請求項3項の色彩画像処理方法。

【請求項5】上記空領域を変更する処理は、変更画像中の主光源の色を表すパラメータと、主光源位置を表すパラメータと、時刻や季節等の時を表すパラメータと、雲の量等の天候を表すパラメータとのうち、少なくとも一つを変更する処理を含む請求項2項の色彩画像処理方法。

【請求項6】上記空領域以外の領域を変更する処理は、変更画像中の主光源の色を表すパラメータと、主光源位置を表すパラメータと、面光源の色を表すパラメータと、時刻や季節等の時を表すパラメータと、雲の量等の天候を表すパラメータとのうち、少なくとも一つを変更する処理を含む請求項3項の色彩画像処理方法。

【請求項7】上記パラメータの少なくとも一つを変更する処理は、別の画像より推定したパラメータを用いて変更する処理からなる請求項5項の色彩画像処理方法。

【請求項8】上記変更する処理は、変更画像中の主光源の色を表すパラメータと、主光源位置を表すパラメータと、面光源の色を表すパラメータの少なくとも一つを別の画像より推定した主光源、主光源位置、面光源の色を表すパラメータの少なくとも一つを用いて変更する処理を含む請求項6項の色彩画像処理方法。

【請求項9】上記空領域を変更する処理は、変更対象画像から、雲、煙霧等の情報を表すテクスチャ画像と、それ以外の基本空画像を分離し、上記テクスチャ画像と基本空画像の少なくともいずれか一方を変更後、前記2画像の画素値の演算により、変更空領域を生成する処理からなる請求項1項の色彩画像処理方法。

10

2

【請求項10】上記空領域以外の領域を変更する処理は、変更対象画像から、雲、煙霧等の情報を表すテクスチャ画像と、それ以外の画像を分離し、上記テクスチャ画像とそれ以外の画像の少なくともいずれか一方を変更後、前記2画像の画素値の演算により変更する処理からなる請求項1項の色彩画像処理方法。

【請求項11】上記空領域を変更する処理は、空領域を、雲の部分画像と、それ以外の部分画像に分離し、そのうちの少なくともいずれか一方を変更した後で、上記2つの部分画像を合成することにより変更する処理からなる請求項1項の色彩画像処理方法。

【請求項12】上記空領域以外の領域を変更する処理は、自然画中の物体の色を、物体の反射率と、主光源と、面光源の色のうち、少なくとも一つを変更することにより変更する処理を含む請求項1項の色彩画像処理方法。

20

【請求項13】上記物体の色を変更する処理は、色空間における物体領域の各画素の色を一次式で表現する、鏡面反射を表す光源ベクトル、拡散反射を表す物体色ベクトル、物体領域の分布の原点からの距離を表す環境色ベクトルを抽出後、物体の反射率と、主光源の色と、面光源の色のうち少なくとも一つを変更することにより、上記ベクトルを変更し、物体領域の各画素の色を再構成する処理からなる請求項12項の色彩画像変更方法。

【請求項14】上記ベクトルを変更する処理は、変更前の物体領域の各画素値を、

$$C = C_s M_s + C_b M_b + C_a$$

で表し、主光源の変更により、光源ベクトル C_s と物体色ベクトル C_b を変更する処理と、面光源の変更により、環境光ベクトル C_a を変更する処理の少なくとも一方からなる請求項13項の色彩画像変更方法。

30

【請求項15】上記空領域以外の領域を変更する処理は、変更対象領域の変更前の色を $C = (R, G, B)$ 、変更後の色を $C' = (R', G', B')$ 、色空間における変更対象領域の画素値の分布の原点からの距離を表すベクトルを $C_a = (R_a, G_a, B_a)$ としたときに、 $K_s = (r_k s, g_k s, b_k s)$ 、 $K_a = (r_k a, g_k a, b_k a)$ を与え、

$$R' = r_k s * (R - R_a) + r_k a * R_a$$

$$G' = g_k s * (G - G_a) + g_k a * G_a$$

$$B' = b_k s * (B - B_a) + b_k a * B_a$$

により、変更画素値を算出する処理からなる請求項1項の色彩画像変更方法。

40

【請求項16】上記 K_s は、変更前の主光源の色ベクトルを $S = (R_s, G_s, B_s)$ 、変更後の色ベクトルを $S' = (R_s', G_s', B_s')$ としたときに、

$$r_k s = R_s' / R_s$$

$$g_k s = G_s' / G_s$$

$$b_k s = B_s' / B_s$$

50

により求める請求項15項の色彩画像変更方法。

【請求項17】上記K aは、変更前の天空光の色をC a p = (R a p, G a p, B a p)、変更後の天空光の色をC a p' = (R a p', G a p', B a p')としたときに、

$$\begin{aligned} r k a &= R a p' / R a p \\ g k a &= G a p' / G a p \\ b k a &= B a p' / B a p \end{aligned}$$

なる式により求める請求項15項の色彩画像変更方法。

【請求項18】上記K aは、変更前の天空光の色をC a p = (R a p, G a p, B a p)、変更後の天空光の色をC a p' = (R a p', G a p', B a p')、各画素の物体上の位置に起因する変数をgとしたときに、

$$\begin{aligned} r k a &= R a p' / R a p * g \\ g k a &= G a p' / G a p * g \\ b k a &= B a p' / B a p * g \end{aligned}$$

なる式により求める請求項15項の色彩画像変更方法。

【請求項19】上記変数gは、空方向と成す角、または、地面と成す角を基準として物体を複数の領域に分割して得られる分割領域ごとに値を異ならせる請求項18項の色彩画像変更方法。

【請求項20】上記環境光ベクトルC aは、空方向と成す角、または、地面と成す角を基準として物体を複数の領域に分割して得られる分割領域ごとに値を異ならせる請求項14項の色彩画像変更方法。

【請求項21】上記主光源は太陽光とする請求項2項または3項の色彩画像変更方法。

【請求項22】上記空領域を変更する処理は、空領域の画像を表す空画像に対して画像の撮影地点の天空をモデル化した天空モデルを対応づける処理を含む請求項2項の色彩画像変更方法。

【請求項23】上記空画像に対して天空モデルを対応づける処理は、天空モデルにおける方角を表す角と高度を、空画像に対応づけるモデル対応画像を用いる請求項22項の色彩画像変更方法。

【請求項24】上記空領域以外の領域を変更する処理は、主光源の位置、主光源色、面光源色、雲の量等の天候を表す量、時刻、季節等の時を表すパラメータのうち少なくとも一つにより自然画中の影を変更する処理を含む請求項3項の色彩画像変更方法。

【請求項25】上記影を変更する処理は、雲の量等の天候を表す量を変更することにより、影の境界線において、平均化処理を行う処理を含む請求項24項の色彩画像変更方法。

【請求項26】上記影を変更する処理は、影の色は、面光源色、雲の量等の天候を表す量のうち少なくとも一つを変更することにより色変更する処理を含む請求項24項の色彩画像変更方法。

【請求項27】上記雲の部分画像を変更する処理は、雲の形状と天空モデルにおける位置の少なくとも一方を決め、上記、雲の形状と天空モデルにおける雲の位置の少

なくとも一つを用いて雲画像を変更する処理を含む請求項11項の色彩画像変更方法。

【請求項28】上記雲の部分画像を変更する処理は、主光源色と、面光源色と、主光源の位置の少なくとも一方を決め、上記、主光源色と、面光源色と、主光源の位置の少なくとも一つを用いて雲の領域を変更する処理を含む請求項11項の色彩画像変更方法。

【請求項29】上記空領域を変更する処理は、上記主光源位置と雲の位置を用いて主光源色を変更する処理を含む請求項2項の色彩画像変更方法。

【請求項30】上記空領域以外の領域を変更する処理は、上記主光源位置と雲の位置を用いて主光源色を変更する処理を含む請求項3項の色彩画像変更方法。

【請求項31】上記雲の部分画像を合成する処理は、天候の指定に応じて、雲を合成する処理からなる請求項11項の色彩画像変更方法。

【請求項32】上記空領域以外の領域を変更する処理は、時刻と、太陽高度の少なくとも一方の変更により、照明の機能を持つ物体の領域を照明色に色変更する処理を含む請求項3項の色彩画像変更方法。

【請求項33】上記照明の機能を持つ物体領域の色変更は、画像上の色変更領域の周囲の画素値と、上記照明色との平均化処理を行う処理を含む請求項32項の色彩画像変更方法。

【請求項34】上記色変更処理は、天候の指定に応じて、画像の画素値のとるダイナミックレンジを変更する処理を含む請求項1項の色彩画像変更方法。

【請求項35】上記色変更処理は、天候の指定に応じて、前記対象画像の画素値のとる分散値を変更することにより色変更を行う処理を含む請求項1項の色彩画像変更方法。

【請求項36】上記色変更処理は、別の画像の空領域を合成することにより対象画像の空領域を変更する処理、上記別の画像より、推定した主光源色、主光源位置、面光源色のうち、少なくとも一つを用いて、空領域以外の領域を変更する処理からなる請求項1項の色彩画像変更方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、カラー画像の色変更を行う色彩画像処理方法に係り、特に自然画像において実世界の天候、時刻等の環境変化をシミュレートする機能により、商品のセールスプレゼンテーションや、建築物の景観シミュレーション、工業製品の色デザイン等に好適な色彩画像変更方法である。

【0002】

【従来の技術】コンピュータ・グラフィック（以下、C Gという）の分野において、自然環境下の建築物等の物体、および、その物体の存在する風景をリアルに表現することを目的に、時刻や天候等の要因を考慮して、画像

を生成する技術が発表されている。なかでも、時刻や天候等の要因により変化する太陽光と天空光の物体に及ぼす影響を考慮して、画像の物体領域を生成したり、また、同様に、時刻や天候等の要因を考慮して空領域の画像を生成する技術が開発されている。

【0003】中前英八郎らは、文献「シーグラフ'86' コンファレンス プロシーディングス(副題 コンピュータ グラフィクス)」、No.4, Vol. 20 (1986年8月)、エー. シー. エム シーグラフ」(SIGGRAPH 86' ConferenceProceedings (Computer Graphics), No. 4, Vol. 20 (1986. 8), ACM SIGGRAPH) (以下、引例1という)において、晴れ、曇の天候に対して、それぞれ、太陽高度等を変数とする天空の関数を用い、画像中の空の領域の画像を生成した。さらに、画像内の物体に及ぼす太陽光、天空光の影響を考えて、物体の表現を行った。

【0004】タカギアツシらは、文献「シーグラフ'90' コンファレンス プロシーディングス(副題 コンピュータ グラフィクス)」、No.4, Vol. 20 (1990年6月)、エー. シー. エム シーグラフ」(SIGGRAPH 90' ConferenceProceedings (Computer Graphics), No. 4, Vol. 20 (1990. 6), ACM SIGGRAPH) (以下、引例2という)において、生成画像中の空の領域については自然画中の空の領域を合成し、物体の表現について、天候、時刻により変化するさまざまな気象条件を考慮して、太陽光、天空光を導出し、この太陽光と天空光と物体の3次元CADデータを用いて、物体をリアルに表現した。

*RAPH 90' ConferenceProceedings (Computer Graphics), No. 4, Vol. 20 (1990. 6), ACM SIGGRAPH (以下、引例2という)において、生成画像中の空の領域については自然画中の空の領域を合成し、物体の表現について、天候、時刻により変化するさまざまな気象条件を考慮して、太陽光、天空光を導出し、この太陽光と天空光と物体の3次元CADデータを用いて、物体をリアルに表現した。

【0005】自然画中の物体領域を、物体の質感と陰影を保ったまま変更したものとして、特開昭63-237172号公報(以下、引例3という)の方法がある。これは、画像中の光源の色を考慮し、光源の色を変更したときの画像中の物体領域の変化をシミュレートする。引例3では、カラー画像における光源色の三原色値を(R_s, G_s, B_s)から所望の(R_s', G_s', B_s')に変更するとき、カラー画像の中の物体領域の各画素の三原色値(R, G, B)を(R', G', B')に、以下の式に従って変更する。

【0006】

【数1】

…(数1)

引例3は、物体の反射モデルに基づいている。これを、図3を参照して説明する。光源から物体31に当たった光32は、物体表面33で反射する光(鏡面反射成分)34と物体内部に入り物体の物質内の色粒子35と衝突を繰り返した後物体外に出る光(乱反射成分)36に分けられる。鏡面反射成分は入射角と物体の表面方向により決まる角度で反射され、乱反射成分は全方向に照射される。光沢誘電体物体において、この鏡面反射成分は主光源と三原色成分比が同じと見なしてよく、乱反射成分は主光源と物体の固有の反射率とで決まる三原色成分値を

$$C = M_s C_s + M_b C_b$$

$$= M_s \begin{bmatrix} R_s \\ G_s \\ B_s \end{bmatrix} + M_b \begin{bmatrix} R_b \\ G_b \\ B_b \end{bmatrix}$$

【0008】このとき、 M_s と M_b はスカラー量で、 M_s は各画素に対する物体中の点に対する主光源の位置と物体の表面方向と視点(カメラ)の位置による幾何学的角度の関係より決定され、 M_b は主光源の位置と物体表面との幾何学的角度の関係より決定される。各画素の三原色値はベクトル C_s と C_b の成す平面上に射影したとき M_s と M_b により決まる位置に存在していると見なすことができる。

※特つ。従って、鏡面反射成分を光源色、乱反射成分を物体色と呼ぶ。光源色、物体色は、図4に示すように、物体41を撮影したカラー画像42の物体領域43の画素値の三原色空間内の分布44に、光源色 $C_s = (R_s, G_s, B_s)$ と拡散反射の成分を表す物体色 $C_b = (R_b, G_b, B_b)$ として現れる。したがって、物体領域の画素値 $C = (R, G, B)$ は、次のように表現する。

【0007】

【数2】

…(数2)

【0009】上式より、光源の色を変更するときは、光源色 C_s を変更させる。しかし、実際には、光源色 $C_s = (R_s, G_s, B_s)$ から $C_s' = (R_s', G_s', B_s')$ に変更するのに伴って、物体色も変更するので、反射率を (R_o, G_o, B_o) としたとき、以下のようにして、変更物体色 C_b' を求める。

【0010】

【数3】

$$7 \quad C_{b'} = \begin{bmatrix} R_{b'} \\ G_{b'} \\ B_{b'} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_o \cdot R_{s'} \\ G_o \cdot G_{s'} \\ B_o \cdot B_{s'} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \frac{R_b}{R_s} \cdot R_{s'} \\ \frac{G_b}{G_s} \cdot G_{s'} \\ \frac{B_b}{B_s} \cdot B_{s'} \end{bmatrix} \quad \cdots (数3)$$

【0011】これは、上記物体領域に関して、数式1を行ふことである。

【0012】特開平3-41570号公報（以下、引例4といふ）の方法は、単一の光源の場合だけでなく、さらに、空等の面光源が、物体に及ぼす影響を考慮したものである。引例4は、通常の自然環境において物体を撮影した画像など、主光源の他に天空光等の面光源が存在する環境下の物体を表現するのに有用である。引例4は、2つの光源を考慮することによって、自然環境下で、時刻、天候等の環境要因の変化に応じて光環境が変化したとき、物体がどのように見えるかをシミュレーションすることを可能にする。つまり、太陽光を主光源、空を面光*

*源として、時刻や天候等の環境要因と太陽光や天空光との関連づけを行ふことが可能になる。

【0013】天空光について、図5を参照して説明する。一般に、主光源より発せられた光51は物体の周りに存在する青空52に影響を及ぼすため、青空52は面光源としての働きを持つ。幾何的に主光源の光が当たらない位置である影53の部分も色を持つのはこの理由による。引例4における物体領域の表現を数式4、5、6に示す。

【0014】

【数4】

$$C = M_s C_s + M_b C_b + M_d C_d + C_a + B \quad \cdots (数4)$$

【0015】

$$C_a = \begin{bmatrix} R_a \\ G_a \\ B_a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_o \cdot R_{a_p} \\ G_o \cdot G_{a_p} \\ B_o \cdot B_{a_p} \end{bmatrix} \quad \cdots (数5)$$

【0016】

$$C_{a_p} = \begin{bmatrix} R_{a_p} \\ G_{a_p} \\ B_{a_p} \end{bmatrix} \quad \cdots (数6)$$

【0017】ここで、面光源からの光が C_{a_p} （数式6）であり、 C_{a_p} が、物体表面55で固有の反射率 C_o で反射した光56が C_a （数式5）である。ベクトル C_d は、画素値の光源色、物体色の成す平面からのずれを表現するために用いられ、このずれは物体の質感を表現する。ベクトル B は、カメラ、スキヤナ等の画像入力装置が、画像に及ぼす影響を表わす。引例4のモデルによる物体領域の各画素の三原色空間における分布を図6に示す。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】従来、引例1、2を含め、CGを用いた手法は、物体の三次元データ等、多くのデータを構築し、多くの作業を行ふことによって、リアルな画像を得ることは可能であるが、画像を簡単に得ることができないという問題点があった。

【0019】引例1は、天候、時刻等により変化する空領域の変化をシミュレーションできるが、空の領域について離散的に存在する雲を想定していないので、自然画の空領域の程度に、リアルにするためには、さらに、 C G の手法を用いて雲を作成する等の処理が必要である。

【0020】引例2は、非常にリアルな物体表現を行うことができるが、そのために、非常に精緻な3次元物体のモデリング、光源のモデリング、および、気象学的なデータ、物体の反射率等の計測データを必要とし、多くの作業が必要である。また、天候、時刻等の要因により、物体の見え方がどのように変化するかをシミュレーションすることを主な目的にしているため、空領域については生成していない。引例3、4は、本発明と同様、自然画の情報を用いたため、CGのように、多量のデータを構築する必要がなく、簡単にリアルな画像を生成できる。しかし、以下の点で不十分であった。

【0021】すなわち、引例3では、単一光源下での物体を想定しているため、天空の下での物体を表現するには、不十分である。また、自然画中の空の領域に対する変更は検討していない。

【0022】引例4は、天空光等の面光源を考慮しているので、天空の下での物体を表現することは可能であるが、引例3と同様に、自然画中の空の領域に対する変更は検討していない。

【0023】本発明の第一の目的は、自然画を用いることにより、簡単、かつ、リアルに、天候、時刻等による環境変化をシミュレーションすることである。

【0024】本発明の第二の目的は、物体領域と空の領域の両方の領域を関連させながら、上記2領域の天候、時刻等の要因変化に基づく変化をリアルにシミュレーションすることである。

【0025】本発明の第三の目的は、天候、時刻等の環境要因のパラメータを自由に変更したり、指定することによって、柔軟に、同一場面における環境変化のシミュレーションを行うことである。

【0026】

【課題を解決するための手段】変更対象である自然画の空の領域を変更する処理と、遠景、物体、物体の影、地面等の前記空領域以外の領域を変更する処理の、前記2処理に、光源、時刻、天候等に関する共通のパラメータを与えることにより、前記2処理のうち少なくともいずれか一方を行う。

【0027】画像中の主光源の色を表すパラメータと、前記主光源位置を表すパラメータと、時刻、季節などの時を表すパラメータと、雲の量などの天候を表すパラメータのうち少なくとも一つを変更する処理、あるいは、モデルとなる画像の空領域を与えることにより空領域を生成する処理の少なくともいずれか一方を行うことによって空領域を変更する。

【0028】画像中の主光源の色を表すパラメータと、主光源位置を表すパラメータと、面光源の色を表すパラメータのうち少なくとも一つを変更することによって空領域以外の領域を変更する。

【0029】面光源の色は、空領域の色から求める。

【0030】変更画像中の主光源の色を表すパラメータ 10

と主光源位置を表すパラメータは、時刻、季節等の時を表すパラメータと、雲の量等の天候を表すパラメータのうち、少なくとも一つを変更することによって変更する。

【0031】変更画像中の主光源の色を表すパラメータと、主光源位置を表すパラメータと、面光源の色を表すパラメータは、時刻、季節等の時を表すパラメータと、雲の量等の天候を表すパラメータのうち、少なくとも一つを変更することによって変更する。

【0032】変更画像中の主光源の色を表すパラメータと、主光源位置を表すパラメータと、時刻、季節等の時を表すパラメータと、雲の量等の天候を表すパラメータの少なくとも一方を変更する処理は、モデル画像より推定した上記パラメータを用いて変更する。

【0033】変更画像中の主光源の色を表すパラメータと、主光源位置を表すパラメータと、面光源の色を表すパラメータの少なくとも一つを変更する処理は、モデル画像より推定した主光源、主光源位置、面光源の色の少なくとも一つを用いて変更する。

【0034】変更対象画像から、雲、煙霧等の情報を表すテクスチャ画像と、それ以外の基本空画像を分離し、上記テクスチャ画像と基本空画像の少なくともいずれか一方を変更後、前記2画像の画素値の演算により、変更空領域を生成する。

【0035】変更対象画像から、雲、煙霧等の情報を表すテクスチャ画像と、それ以外の画像を分離し、上記テクスチャ画像とそれ以外の画像の少なくともいずれか一方を変更後、前記2画像の画素値の演算を行う。

【0036】空領域を、雲の部分画像と、それ以外の部分画像に分離し、雲の部分画像と、それ以外の部分画像の少なくともいずれか一方を変更した後で、上記2つの部分画像を合成する。

【0037】自然画中の物体の色を変更する処理は、物体の反射率と、主光源と、面光源の色のうち、少なくとも一つを変更することにより変更する。

【0038】物体の色を変更する処理は、色空間における物体領域の各画素の色を一次結合で表現する、鏡面反射を表す光源色ベクトル、拡散反射を表す物体色ベクトル、物体領域の分布の原点からのずれを表す環境色ベクトルを抽出後、物体の反射率と、主光源の色と、面光源の色のうち少なくとも一つを変更することにより、上記ベクトルを変更し、物体領域の各画素の色を再構成して、物体の色を変更する。

【0039】変更前の物体領域の各画素値を、

$$C = C_s M_s + C_b M_b + C_a$$

で表し、主光源の変更により、光源ベクトル C_s と物体色ベクトル C_b を変更する処理と、面光源の変更により、環境光ベクトル C_a を変更する処理の少なくとも一つを行うことにより物体の色を変更する。

【0040】変更対象領域の前の色を $C = (R, G,$

11

B)、変更後の対象領域の色を $C' = (R', G', B')$ 、色空間における変更対象領域の画素値の分布の原点からの距離を表すベクトルを $C_a = (R_a, G_a, B_a)$ としたときに、 $K_s = (r_{ks}, g_{ks}, b_{ks})$ 、 $K_a = (r_{ka}, g_{ka}, b_{ka})$ を与え、
 $R' = r_{ks} * (R - R_a) + r_{ka} * R_a$
 $G' = g_{ks} * (G - G_a) + g_{ka} * G_a$
 $B' = b_{ks} * (B - B_a) + b_{ka} * B_a$
 により、変更画素値を算出する。

【0041】変更前の主光源の色ベクトルを $S = (R_s, G_s, B_s)$ 、変更後の色ベクトルを $S' = (R_s', G_s', B_s')$ としたときに、 $K_s = (r_{ks}, g_{ks}, b_{ks})$ を、
 $r_{ks} = R_s' / R_s$
 $g_{ks} = G_s' / G_s$
 $b_{ks} = B_s' / B_s$
 とする。

【0042】変更前の天空光の色を $C_{ap} = (R_{ap}, G_{ap}, B_{ap})$ 、変更後の天空光の色を $C_{ap'} = (R_{ap'}, G_{ap'}, B_{ap'})$ としたときに、
 $r_{ka} = R_{ap'} / R_{ap}$
 $g_{ka} = G_{ap'} / G_{ap}$
 $b_{ka} = B_{ap'} / B_{ap}$
 なる式により、 $K_a = (r_{ka}, g_{ka}, b_{ka})$ を求める。

【0043】変更前の天空光の色を $C_{ap} = (R_{ap}, G_{ap}, B_{ap})$ 、変更後の天空光の色を $C_{ap'} = (R_{ap'}, G_{ap'}, B_{ap'})$ 、各画素の物体上の位置に起因する変数 g としたときに、
 $r_{ka} = R_{ap'} / R_{ap} * g$
 $g_{ka} = G_{ap'} / G_{ap} * g$
 $b_{ka} = B_{ap'} / B_{ap} * g$

なる式により、 $K_a = (r_{ka}, g_{ka}, b_{ka})$ を求める。

【0044】物体上の位置に起因する変数 g は、物体を空方向と成す角、または、地面と成す角を基準として複数の領域に分割し、分割領域ごとに違う値を用いる。

【0045】環境光ベクトル C_a は、物体を空方向と成す角を、または、地面と成す角を基準として複数の領域に分割し、分割領域ごとに違う値を用いる。

【0046】主光源は太陽光とする。

【0047】空領域の画像は画像の撮影地点の天空をモデル化した天空モデルに対応づける処理により求める。

【0048】空画像に対して天空モデルを対応づける処理は、天空モデルにおける方角を表す角と高度を、空画像に対応づけるモデル対応画像を用いる。

【0049】自然画中の影を変更する処理は、主光源の位置主光源色、面光源色、雲の量等の天候を表す量、時刻、季節等の時を表すパラメータのうち少なくとも一つにより変更する。

12

【0050】影を変更する処理は、雲の量等の天候を表す量を変更することにより、影の境界線において、平均化処理を行う。

【0051】影の色は、面光源色、雲の量等の天候を表す量のうち少なくとも一つを変更することにより色変更する。

【0052】雲の部分画像を変更する処理は、雲の形状と天空モデルにおける位置の少なくとも一方を決め、上記、雲の形状と天空モデルにおける雲の位置の少なくとも一つを用いて雲画像を変更する。

【0053】雲の部分画像を変更する処理は、主光源色と、面光源色と、主光源の位置の少なくとも一方を決め、上記、主光源色と、面光源色と、主光源の位置の少なくとも一つを用いて雲の領域を変更する。

【0054】主光源色を変更する処理は、前記、主光源位置と雲の位置を用いて主光源色を変更する。

【0055】主光源色を変更する処理は、前記、主光源位置と雲の位置を用いて主光源色を変更する。

【0056】天候の指定に応じて、雲を合成する。

【0057】照明の機能を持つ物体の色変更は、時刻と、太陽高度の少なくとも一方の変更により、照明色に変更する。

【0058】照明の機能を持つ物体を照明色に変更するとき、前記変更領域の周囲の画像の画素値と、前記照明色との平均化処理を行う。

【0059】天候の指定に応じて、画像の画素値のとるダイナミックレンジを変更する。

【0060】天候の指定に応じて、対象画像の画素値のとる分散値を変更する。

【0061】対象画像の空領域を変更する処理は、モデル画像の空領域を合成することにより行い、空領域以外の領域を変更する処理は、モデル画像より、推定した主光源色、主光源位置、面光源色のうち、少なくとも一つを用いて、空領域以外の領域を変更する。

【0062】

【作用】現実の環境において、天空の色と地上の物体の見え方が、関連性を持っているので、自然画像中の空の領域と、遠景、物体、地面、物体の影等の空以外の地上の領域についても、関連性を持たせることができる。

【0063】現実の環境において、天空の色の決定要因として、雲、霧、煙等のさまざまな気象条件の他、太陽光の色、太陽の位置が、主な要因として挙げられる。また、物体の色は、物体固有の光の反射率と、どのような光源が存在しているか、すなわち、物体にどのような波長で、どの大きさで、どちらの方向から光が当っているかにより決まる。自然環境下における物体に対する光源は、主に、太陽光と天空の発する天空光である。天空光は、天空の色に依存していると考えることができる。引例1に述べられているように天空の色は、太陽光の色と太陽高度に依存している。

【0064】そこで、図7に示すように、自然画像中の空の領域74と空以外の地上の領域76について、太陽光72により変化する要素を決定すれば、太陽光72を変化させるとき、空の領域74と地上の領域76の双方を関連させて変化させることができる。また、天空光75の変化により変化する要素を、地上の物体領域76から抽出しておけば、自然画の空の領域74を、雲、霧等の要因73で変化させると、天空光75も変更することにより、物体の見え方76も変更することができる。

【0065】さらに、太陽光72や、天空の色74や、天空光75を時刻や晴れ曇等の指定、または、雲の量などの天候のパラメータ71と対応づけておくなれば、上記時刻や天候のパラメータを指定することにより、自然画の空の領域、および、空以外の物体の領域について、実世界における時刻変化や、天候変化のシミュレーションを行うことが可能である。

【0066】まず、第一に、空領域の変更について述べる。

【0067】従来、引例1に述べられているように、快晴（雲が全くない）と曇天（雲が天空全体をすきまなく覆った状態）のそれぞれの場合について、太陽光と太陽位置等の要因で天空の明るさを表現する関数が発表されている。図8に示すように、このような関数を用いて、太陽光の色、位置等の条件82から、ある地上の観測点86を基準にしたときに、天頂87から地平85までの天空上の各点の色83をモデル化した天空モデル81をモデル化することができる。天空の色がモデル化できれば、自然画の空領域と天空モデル81の対応84をとることによって、太陽光、太陽位置82の変更により、変更された空領域88を生成することができる。太陽等の条件が変更されたことにより天空モデル上の各点の色83が変更されたときに、即時に変更画像の空領域88を得られるように、対象画像の画素に対応する天空モデル81内の点の位置を表現するモデル対応画像89を用意しておく。モデル対応画像89の要素は、上記点に対する天空観測基準点86からの方角と、高度を表す角度である。しかし、上記の方法により求めた天空において、天空上の各点の色83の違いは、その天空内の位置の違いだけに依存するため、現実感のある空領域とならない。そこで、図9に示すように、対象自然画像に特有な雲、霧、煙等の情報を付加することにより、リアルな空領域の画像を生成する。以後、この太陽光、太陽位置等の条件91により、天空モデル92から一意に生成される画像を基本空画像93と呼び、画像特有の雲、霧、煙等の表す画像をテクスチャ画像95と呼ぶ。対象自然画の空領域96から、あらかじめ上記2成分の画像93、95を抽出しておけば、基本空画像93を任意の太陽光で生成後、テクスチャ画像95と画像間の演算を行うことにより、変更対象自然画の情報を持続して保存したまま自然な太陽光変更即ち、時刻の変更を行うことができる。

【0068】曇と晴れの天候の変更を行うためには、天空モデル、すなわち、基本空画像を生成するときに、あらかじめ、青ベース（晴天）の関数と白ベース（曇天）の関数を用意し、天候により関数を選択する。基本空画像は、関数による生成だけでなく、天候のモデルとなる画像を指定しこのモデル画像の基本空画像を用いることもできる。基本空画像は、時刻、天候により連続的に生成するのではなく、数枚作成して、その間は補完することにより生成することもできる。

【0069】以上の基本空画像の生成で、時刻（太陽）の変更をしたとき、雲の部分に対しては十分な変更ができない場合がある。これは、雲の3次元物体の側面を考慮していないために生じる。そこで、図10に示すようにある程度明確に認識できる雲については、あらかじめ、雲の部分画像102を分離しておき、雲を除いた空の領域103とは別に、雲に対して変更104を行ってから、空の領域106に合成する。あらかじめ、雲の形状と3次元の天空モデル内における位置について、決めておき、この雲の形状と位置と、太陽の位置と太陽光色を用いて雲の色変更を行う。

【0070】また、天候の変更を目的にして、雲が存在していない領域にも雲の部分画像を合成することにより、晴れの天候を曇に変更したり、雲が存在している領域に雲のない空領域の部分画像を合成することにより、曇の天候を晴れに変更することも可能である。

【0071】第二に、物体領域の変更について述べる。

【0072】反射モデルにより、物体を表現するとき、物体に対する光源が特定されることが必要である。すでに述べたように、本発明では、光源を太陽光（主光源）と天空光（面光源）とする。本発明の反射モデルは引例4に述べられているものを採用する。

【0073】引例4において、物体領域の画素の色は、数式4、5、6で表した。このとき、図6に示したように太陽光による物体の色は、色空間において太陽光の鏡面反射の成分C_s63と、拡散反射の成分C_b62の成す平面付近の分布61に現れる。天空光は数式5、6に示したC_apに対応し、天空光による物体の色は、上記色空間において、上記分布と原点からのずれを表すベクトルC_a64である。これは、図5に示したように、天空光54が物体53に対し、あらゆる方面から光をあてているとみなすとき、天空光54の影響は各点の物体上の位置にかかわらず一定値となることによる。

【0074】以上、引例4の方法により、ベクトルC_s、C_b、C_aを変更することにより物体領域の色を、太陽光と天空光の変更に応じて色変更することができる。

【0075】天空光が物体のあらゆる方面から光をあてているとみなすことができない場合は、あらかじめ物体をいくつかの領域にわけて、それぞれの領域毎に色変更を行い、それぞれの領域毎に異なるC_aを用いる。

【0076】また、以上のベクトルの変更による色変更は、空以外の領域の各画素について、変更対象領域の前の色を $C = (R, G, B)$ 、変更後の対象領域の色を $C' = (R', G', B')$ とし、 $C_a = (R_a, G_a, B_a)$ としたときに、 $K_s = (r_{ks}, g_{ks}, b_{ks})$

$$\begin{aligned} R' &= r_{ks} * (R - R_a) + r_{ka} * R_a \\ G' &= g_{ks} * (G - G_a) + g_{ka} * G_a \\ B' &= b_{ks} * (B - B_a) + b_{ka} * B_a \end{aligned}$$

ここで、変更前の光源色を $C_s = (R_s, G_s, B_s)$ 、変更後の光源色を $C_s' = (R_s', G_s', B_s')$ とすると K_s は以下のようにして決められる。※

$$\begin{aligned} r_{ks} &= R_s' / R_s \\ g_{ks} &= G_s' / G_s \\ b_{ks} &= B_s' / B_s \end{aligned} \quad \dots(数8)$$

また、変更前の天空光の色を $C_{ap} = (R_{ap}, G_{ap}, B_{ap})$ 、変更後の天空光の色を $C_{ap}' = (R_{ap}', G_{ap}', B_{ap}')$ としたときに、 K_a は以下★

$$\begin{aligned} r_{ka} &= R_{ap}' / R_{ap} \\ g_{ka} &= G_{ap}' / G_{ap} \\ b_{ka} &= B_{ap}' / B_{ap} \end{aligned} \quad \dots(数9)$$

さらに、上記と同様に、各画素の物体上の位置により、天空光の影響が異なると考えたほうがよい場合は、各画素の物体上の位置に起因する変数を g と考え、★

$$\begin{aligned} r_{ka} &= R_{ap}' / R_{ap} * g \\ g_{ka} &= G_{ap}' / G_{ap} * g \\ b_{ka} &= B_{ap}' / B_{ap} * g \end{aligned} \quad \dots(数10)$$

とする。

【0081】以上述べた、空の領域とそれ以外の領域の色変更方法についてのまとめを図11に示す。

【0082】第三に、影の領域の変更について述べる。30
【0083】影の領域は、主光源の光があたらない部分である。したがって、影の色は、天空光に依存している。すなわち、影の色に天空光の色を反映させることにより、リアルな影を表現することができる。実世界において、晴れのときには、影は明瞭であり、曇のときは、影は不明瞭であり、これは、曇のとき、光源全体の中で、太陽光の割合が減り天空光の割合が増えることが原因である。したがって、天空光を影に反映させることにより、天候による影の明瞭さの変化もシミュレートすることができる。このことは、全体のコントラストを変化させるということでもあるので、画像全体に対して、天候に応じて、色のダイナミックレンジを変更する等の処理をして、色の分散値を少なくすることにより、空以外の領域について、曇の天候を表現することも有用である。

【0084】第四に、太陽高度（時刻）シミュレーションをするときの照明の効果について述べる。時刻を変更するシミュレーションを行う場合に、暗くなったり晴んで、画像中の照明部分が点灯色に変化するのは効果がある。これは、指定された太陽高度、または、時刻が、あ

* k_s 、 $K_a = (r_{ka}, g_{ka}, b_{ka})$ を与え、以下の演算を行うのと同値である。

【0077】
【数7】

$$\begin{aligned} R' &= r_{ks} * (R - R_a) + r_{ka} * R_a \\ G' &= g_{ks} * (G - G_a) + g_{ka} * G_a \\ B' &= b_{ks} * (B - B_a) + b_{ka} * B_a \end{aligned} \quad \dots(数7)$$

★のようにして決められる。
【0079】
【数9】

★【0080】
【数10】

る基準を超えた場合に、変化するようとする。このとき、図12に示すように、画像中の照明122に照明光が周囲に波及する様子を疑似的に表現するフィルタ121を用意し、このフィルタの重み付け123に基づいて、画像と照明色の平均化を行うことによりリアルな照明を簡単に表現する。以上により、自然画の空の領域とそれ以外の領域に対し、太陽光と天空光による関連づけを行うことにより、リアルかつ連続的な時刻、天候シミュレーションを簡単に行うことができる。

【0085】
【実施例】本実施例の一実施例を図1、2、および、図13～16を用いて説明する。

【0086】図1、2は本実施例の詳細処理フロー図であり、図13は本実施例を実現するハードウエア構成図、図14は処理領域の領域区分を、図15は色ベクトルの抽出方法を、図16は雲の3D構造生成方法をそれぞれ説明する。

【0087】本実施例は、カラー自然画の、晴れ、曇の天候の変更を行い、時刻を指定することによって、任意に時刻の変更を行う。また、時刻を任意に変更したときの光環境下で、物体の色デザインを行うことを目的に、物体の反射率を変えることにより物体色の変更を行う。

【0088】まず、図13に本実施例を実現するための装置のブロック図を示す。図13の139、1310は原

17

画入力のためのスキャナまたはカメラ、138はA/D変換器、134は画像を格納するメモリ、131はCPU、135は記憶装置、136は画像等を表示するカラーディスプレイ、132、137は入力装置を示している。

【0089】本実施例は、前もって対象自然画から、自然画の変更に用いるデータを抽出する処理と、天候、時刻をリアルタイムに変更したり、物体の反射率を変えることにより物体色の変更を行う処理で構成される。

【0090】まず、図2を参照しながら、データ抽出の処理フローを説明する。

【0091】図2の画像入力21において、図13の物体1312をカメラ1310で撮影し、A/D変換機138を経て、画像メモリ134に格納する。または、カラー画像1311をカラースキャナ139で取り込みA/D変換機138で、画像メモリ134に格納する。

【0092】図2のマスク格納領域の分離22において、図13の画像メモリ134内の画像について、図14に示すように、画像141を、空領域142と空以外の領域145に分離する。この分離処理は、画像を図13のカラーディスプレイ136に表示し、表示された画像の各領域の境界上の点を複数個、人がマウス132で指定することにより行う。空の領域142については、さらに、雲の領域144を抽出し、空の領域142から、雲の領域144を除いた空の領域143を作成する。雲の領域の欠損部148は、空の周囲の部分を合成することにより作成する。空以外の領域145については、色デザインを目的として、物体の色自体を変えたい物体領域147と、それ以外の領域146を分離し、また、領域145から影の部分149を抽出しておく。さらに、車のライト等照明物体の発光部分1410も分離しておく。これら、142、143、144、145、146、147、149、1410の領域毎に、画像中の領域を示す図2のマスク情報23が、得られ図13の記憶装置135に格納される。

【0093】図2のプロット24において、図14の物体領域147の三原色画素値を三原色空間にプロット*

$$C' = C - (C_a)$$

と置き、

【0097】

$$\begin{aligned} b_1 &= (C' \cdot C_s), \quad b_2 = (C' \cdot C_b), \quad b_3 = (C' \cdot C_d) \\ a_1 &= (C_s \cdot C_s), \quad a_2 = (C_b \cdot C_b), \quad a_3 = (C_d \cdot C_d) \quad \dots \text{[数12]} \\ a_4 &= (C_s \cdot C_b), \quad a_5 = (C_b \cdot C_d), \quad a_6 = (C_d \cdot C_s) \end{aligned}$$

と置いたとき、

【0098】

$$\begin{aligned} M_s \cdot a_1 + M_b \cdot a_4 + M_d \cdot a_6 &= b_1 \\ M_s \cdot a_4 + M_b \cdot a_2 + M_d \cdot a_5 &= b_2 \quad \dots \text{[数13]} \\ M_s \cdot a_6 + M_b \cdot a_5 + M_d \cdot a_3 &= b_3 \end{aligned}$$

19

を、解くことにより M_s , M_b , M_d を求めることができる。図 2 の成分分解画像 28 を図 13 の画像メモリ 134 に各画素に対する画素値として格納する。

【0099】図 2 の天空モデル生成 29 では、あらかじめ数通り設定してある天空色関数のパラメータを決定し、時刻変更で用いる天空色関数を決める。本実施例は、引例 1, 2 で述べられている晴天と曇天の 2 種の天空光度を決める関数と、天空光度と色を関係づける関数を用いて天空モデルの色を決める。ここで、パラメータは、緯度、月日、および、晴天（雲がない青空の状態）か、あるいは、曇天（青空が見えず、雲が空一面を覆った状態）かを指定する。他のさまざまな気象条件などは、標準的なものを設定しておくことにより、天空色関数を太陽高度と位置の関数の形にし、さらに、上記条件により、太陽高度、位置と時刻の対応関数を作成しておく。すなわち、時刻の入力により、天空モデルが一意に決まるようになる。

【0100】図 2 の画像あてはめ 210 では、変更対象画像を天空モデルにあてはめる。画像を撮影したときの視点方向（方位）、視野角（高さ方向、水平方向）が必要である。撮影時の情報がある場合にはそれを用いるが、多くの自然画ではそのような情報が得られないもので、数種類設定しておき、人が選択するようにする。天空モデルの地平線と、画像の地平線を一致させるために、画像を図 13 のディスプレイ 136 に表示し、マウス 132 で画像の地平線位置上的一点を指定する。上記、マウスで指定した地平上的一点を、視野方向の方位を用いて天空モデルの地平線に対応させた後、画像の左右、上下の端を、視野角より決まる天空モデル上の曲線にマッピングする。画像上のその他の点の天空モデルにおける位置は補完により求める。

【0101】以上、求めた画像と天空モデルの対応は、既に図 8 で示したモデル対応画像 89 として得られ、図 13 の画像メモリ 134 に格納される。

【0102】図 2 のテクスチャ画像抽出 212 では、図 14 の空領域 143 に対するテクスチャ画像を抽出する。まず、数通りの時刻を入力し、それぞれについて、天空モデルの色を一意に決めた後、上記のモデル対応画像を用いて、それぞれ、数通りの基本空画像を生成する。それぞれ、対象画像の空領域の各画素と基本空画像との差の総和を求め、この値が最小である基本空画像を決定する。この基本空画像と対象自然画の各画素の色の差を画素の値とする画像をテクスチャ画像とする。テクスチャ画像を、図 13 の画像メモリ 134 に格納する。

【0103】図 2 の雲の 3D 構造生成 214 においては、図 16 に示すように、雲のテンプレート 162 を作っておく。雲の部分画像について、テンプレートを選択し、画像の横方向を x、縦方向を y としたときの、テンプレートの当てはめを行う。図 16(a) の 161 が対象とする雲の部分画像とするとき、図 16(b) の 16

50

20

2 のテンプレートを x 軸方向に積分することによって、3 次元構造を作成する。このとき、テンプレート 162 の y 軸方向幅 163 が、161 における微小区間 d_x のときの y 軸方向幅 164 と同一になるように、y 方向、および、z 方向にテンプレート 162 を縮小、または、拡大する。図 14 の雲領域 144 について、3 次元構造を作成し、図 13 の記憶装置 135 に格納する。

【0104】図 2 の照明フィルタ当てはめ 216 においては、作用で既に述べたように、図 14 の照明の部分 1410 に、照明が点灯されたときの重み付けを行う照明フィルタの配置を済ませておく。

【0105】以上で、処理対象画像の時刻、天候シミュレーションを行うための準備、および、設定されたさまざまな光環境下で、物体の色デザインを行うことを目的に、物体の反射率を変えることにより物体色の変更を行う準備が整った。

【0106】以下に、図 1 に従って、自然画の天候時刻の変更シミュレーションのフローを説明する。

【0107】図 1 の空の編集 11 においては、天候を、より變に変更したい場合に、図 2 のマスク作成 22 で、分離した雲の部分画像（図 14 の 144）を、雲のない空の領域上（図 14 の 143）に、合成することにより任意に空領域の雲を増やす。これは、図 13 のカラーディスプレイ 136 上に処理対象画像、および、雲部分画像を表示し、マウス 132 により、雲画像を指示することにより、雲画像の選択後、画像中の空領域内の点をマウスで指定することにより配置を行う。このとき、雲の拡大縮小の操作も行えるようになる。

【0108】図 1 の天候指定 12 において天候を入力する。この天候の指定により、基本空画像を生成する天空半球モデルの天空上の色を算出する関数を天候に合わせて選択する。晴天、曇天のときの太陽位置による天空光算出方法は既に述べたように引例 1, 2 で述べられている。青空のベースの上に雲が存在するような場合は、雲が多くても晴天の関数を使用する。

【0109】図 1 の時刻入力 13 において、変更したい時刻を入力する。

【0110】図 1 の太陽位置決定 14 において、入力時刻に合わせて太陽の位置を決定する。

【0111】図 1 の基本空画像生成 15 では、既に選択された天空算出関数とモデル対応画像により基本空画像を生成する。基本空画像はモデル画像より抽出したものを使いたり、変更後の空領域として、モデル画像の空領域を合成してもよい。このとき、図 1 の 12, 13, 14, 16, 17 において、天候、時刻、太陽位置、太陽光色、天空光色はモデル画像から推定したものを用いる。

【0112】図 1 の太陽光色生成 16 では、太陽の高さから、太陽の色を求めるテーブルをあらかじめ用意しておき、このテーブルにより太陽光色を決定する。このテ

21

ーブルは、例えば、太陽光の低いときは赤っぽくなるように定義しておく。太陽の高さと色の関係については、文献「深澤正大、大気の散乱を考慮した太陽高度による色彩変化、情報処理学会 グラフィックスとCAD研究会 40-7(1989.8)」で報告されている。天空モデル上で、太陽位置に雲の部分画像が存在する場合には、太陽光の色のRGB値に1以下の定数を乗じることにより太陽光の大きさを減じる。

【0113】図1の天空光色生成17では、図1の時刻入力12と太陽位置決定14で選択されている天空関数と太陽位置から、天空モデルの天空上の各点の色がわかるから、この色の平均をとることにより代表となる天空光色を決定する。

【0114】図1の色ベクトル変更18では、物体領域を生成する色ベクトルのうち、太陽光色により光源色Csを、天空光色によりCapを変更する。これら、2色を変更後、図1の物体領域変更19において、色デザインも行いたい領域147については、反射率Coも変更*

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_e \cdot \cos \theta \\ G_e \cdot \cos \theta \\ B_e \cdot \cos \theta \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R_a \\ G_a \\ B_a \end{bmatrix} \quad \dots (数14)$$

【0118】図1の雲の合成112では、変更した雲画像を空領域に合成する。

【0119】図1の影の変更113では、天空モデル上の太陽位置により影の向きを変更し、影の色を天空光と同じRGB比を持つ色に変える。また、曇の天候のとき、あるいは、太陽光と天空光の大きさの比が小さい場合には、影の境界線と境界付近の画素の平均化を行うことにより、影をぼかす処理を行う。

【0120】同様に曇の天候の場合には、画像全体のコントラストを小さくするため、画素値の色のダイナミックレンジを狭める等して、画素値の分散を減少するようになる。

【0121】図1の照明ON115では、太陽の高度が0以下であるか、すなわち、夜であるか判断して、夜の場合は、既に作用で図14により、説明したように照明領域の照明を照明色に変更し、周囲画素との平均化を行う。

【0122】図1の画像表示116で画像を表示後、117、118において、それぞれ、時刻、天候を再び変更するかどうかを選択し、再変更する場合にはそれぞれ、空の編集11、天候指定12に戻る。

【0123】

【発明の効果】以上に述べた方法により、カラー自然画像において、空の領域、物体の領域の両方に対して、天候、時刻等の環境変化を、簡単に、視覚でシミュレートできる。商品のセールス等のプレゼンテーション分野や、建築物の景観シミュレーション、商品デザインにお

22

*して物体自身の色も変更した後で、数式4、5、6により変更する。物体自身の色は、変えず光環境の変更による物体の見え方だけを変更したい領域145については、数式4、5、6または、7、8、9、10のいずれか一方を用いて、変更後の三原色値を求める。

【0115】図1の空領域の変更110において、基本空画像とテクスチャ画像を画素毎にその和を算出することにより変更空画像のベースを求める。

【0116】図1の雲の変更111では、合成した雲の3D構造、モデル対応画像から求める雲の天空内の位置、太陽の色、太陽の位置、天空光色から、太陽光を光源Cs = Ie = (Re, Ge, Be)、天空光色を環境色Cap = Ia = (Ra, Ga, Ba)とおき、太陽と雲の表面の法線方向との成す角をθとしたとき、例えば、CGにおける簡易なシェーディング法を用いて、数式14のようにシェーディングを行う。

【0117】

【数14】

いて、対象物の使用環境まで考慮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例である時刻天候変更シミュレーションのフローチャートである。

【図2】本発明の実施例である時刻天候変更シミュレーションのデータ抽出処理のフローチャートである。

【図3】物体の反射特性を説明する従来技術の説明図である。

【図4】反射モデルを説明する従来技術の説明図である。

【図5】環境光を説明する従来技術の説明図である。

【図6】反射モデルを説明する従来技術の説明図である。

【図7】本発明の原理を説明する図である。

【図8】天空モデルを説明する図である。

【図9】空領域変更を説明する図である。

【図10】雲の変更と合成を説明する図である。

【図11】時刻天候シミュレーションの全体像を説明する図である。

【図12】照明フィルタを説明する図である。

【図13】本発明の実施例を実現するハードウェア構成を示す図である。

【図14】領域の分離を説明する図である。

【図15】色ベクトルの抽出法を説明する図である。

【図16】雲の三次元構造生成を説明する図である。

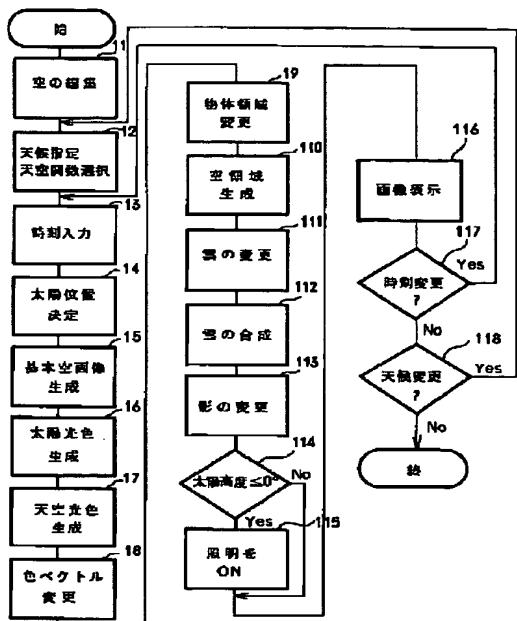
【符号の説明】

50 図面の中で、発明の主要な部分を表す符号の説明を記述

する。

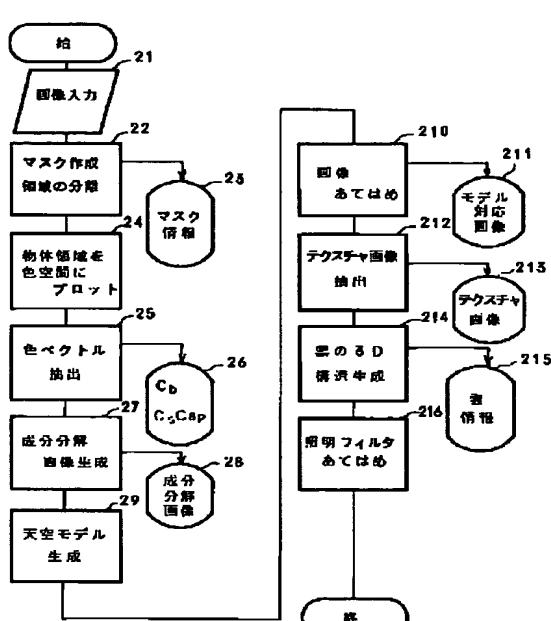
【図1】

図1



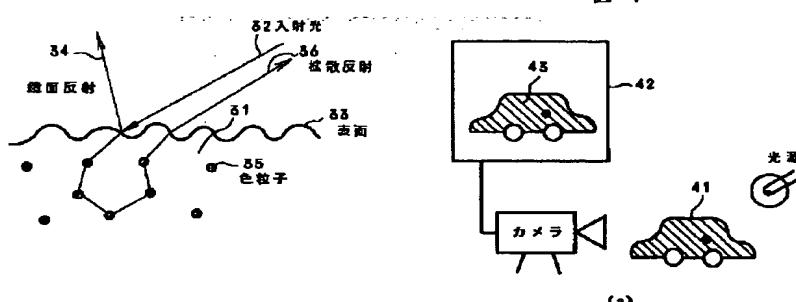
【図2】

図2



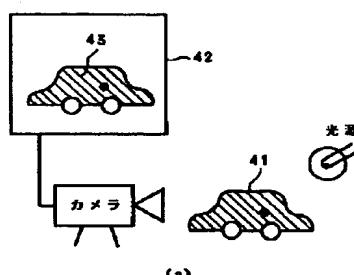
【図3】

図3



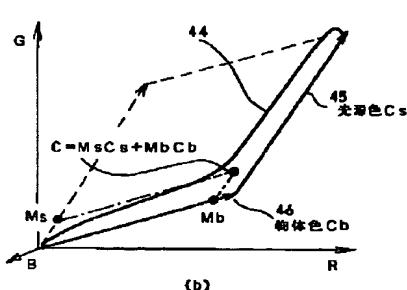
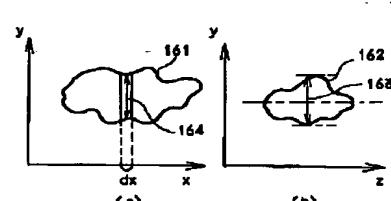
【図4】

図4



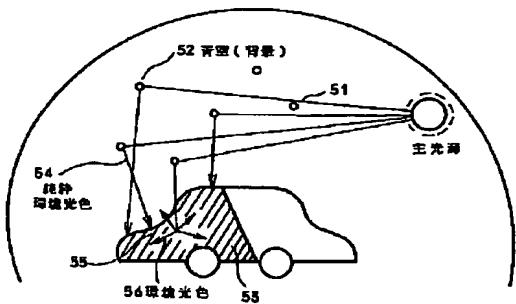
【図16】

図16



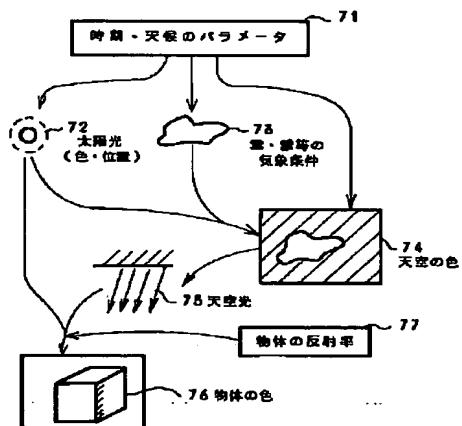
【図5】

図5



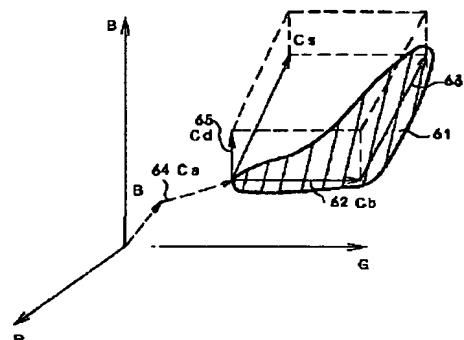
【図7】

図7



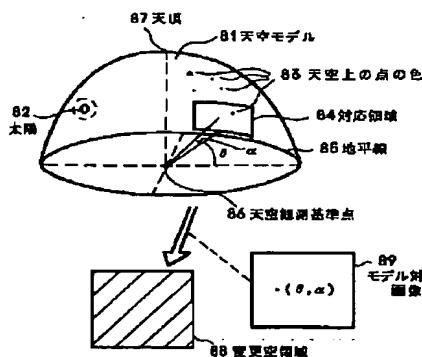
【図6】

図6



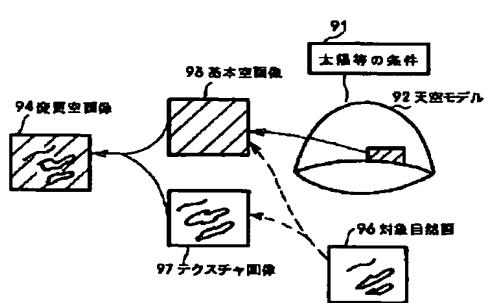
【図8】

図8



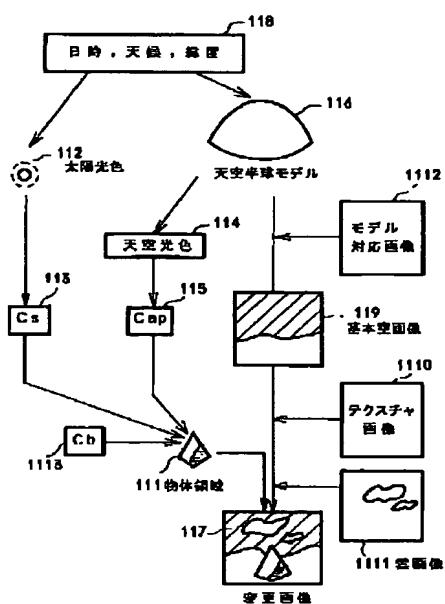
【図9】

図9



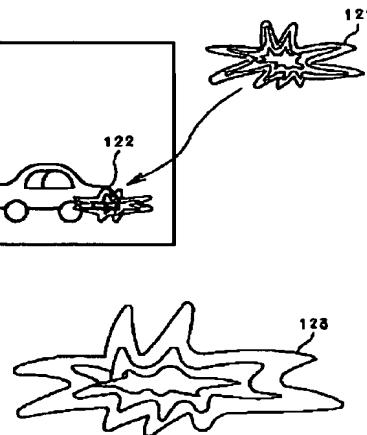
【図11】

図11



【図12】

図12

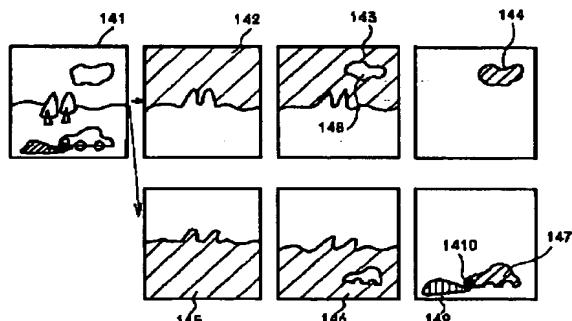
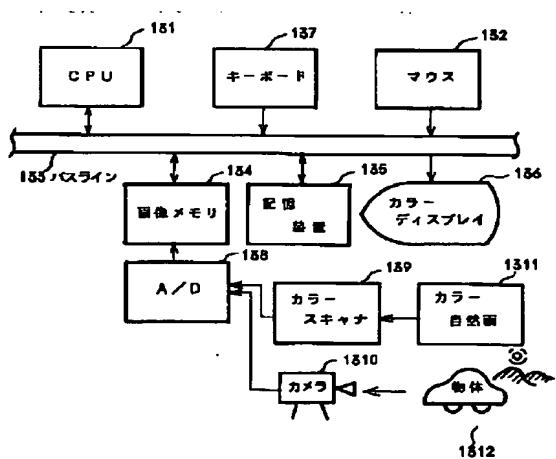


【図14】

図14

【図13】

図13



【図15】

図15

